

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation 6 : G01R 15/14	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/16839 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 23. April 1998 (23.04.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/02348 (22) Internationales Anmeldedatum: 14. Oktober 1997 (14.10.97) (30) Prioritätsdaten: 196 42 381.3 14. Oktober 1996 (14.10.96) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ERMISCH, Jochen [DE/DE]; Jägerhofstrasse 96, D-01445 Radebeul (DE). STEPHAN, Uwe [DE/DE]; Hohe Lehne 15, D-01705 Freital (DE). THIEME, Frank [DE/DE]; Böhmische Strasse 31, D-01099 Dresden (DE). BAUERSCHMIDT, Peter [DE/DE]; Wunneleite 22, D-91126 Schwabach (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.	

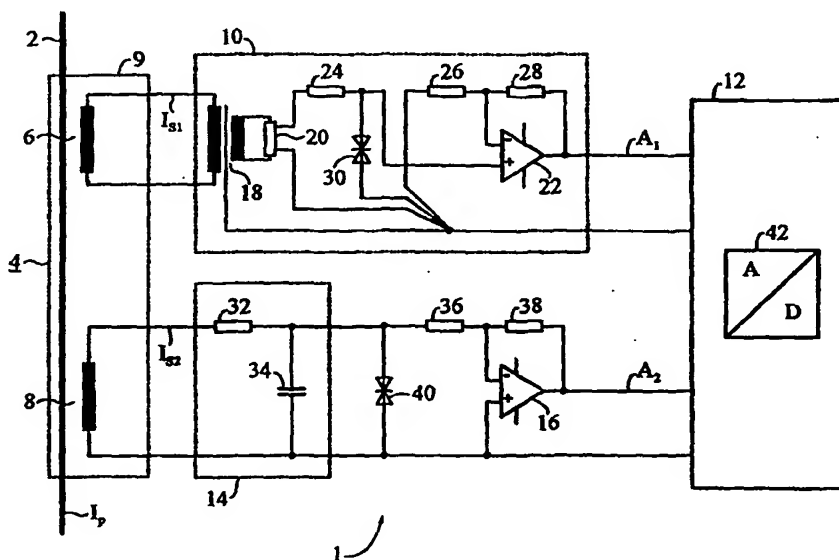
(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MEASURING CURRENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR STROMMESSUNG

(57) Abstract

In order to accurately measure currents with high dynamic range, specially in a gas-isolated power switchgear, a first signal (A₁) of a first low-power measuring transducer (6) and a second signal (A₂) of a second magnet-free measuring transducer (8), for instance, working according to the principle of a Rogowski coil or the Faraday effect, are compared. Depending on the degree of accuracy, one of the two signals (A₁, A₂) is selected and further processed. The deviation of both signals (A₁, A₂), specially their gradient, is used as comparison criteria. Both different type measuring transducers (6, 8)

are connected to a common processing module (12) to process the signal in a corresponding device.



(57) Zusammenfassung

Zur präzisen Messung von Strömen mit hohem Dynamikbereich, insbesondere in einer gasisolierten Spannungsschaltanlage, werden ein erstes Signal (A₁) eines ersten leistungsarmen Meßwandlers (6) und ein zweites Signal (A₂) eines zweiten magnetfreien, z.B. nach dem Prinzip einer Rogowski-Spule oder nach dem Faraday-Effekt arbeitenden, Meßwandlers (8) verglichen. Dabei wird in Abhängigkeit vom Grad der Genauigkeit eines der beiden Signale (A₁, A₂) ausgewählt und weiterverarbeitet. Als Vergleichskriterium wird eine Abweichung der beiden Signale (A₁, A₂) voneinander, insbesondere deren Gradient, herangezogen. Bei einer entsprechenden Anordnung sind die beiden Meßwandler (6, 8) unterschiedlichen Typs mit einem gemeinsamen Verarbeitungsbaustein (12) zur Signalverarbeitung verbunden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Verfahren und Anordnung zur Strommessung

5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Strommessung, insbesondere in einer gasisolierten Spannungsschaltanlage, z.B. in einer Hoch- oder Mittelspannungsanlage. Sie bezieht sich weiter auf eine Strommeßanordnung zur Durchführung des Verfahrens.

10

Zur Messung von Strömen in einer derartigen gasisolierten Schaltanlage wird üblicherweise ein sogenannter Meßwandler oder Meßsensor als Stromwandler eingesetzt, wobei als Isoliergas in der Regel ein mit SF₆ bezeichnetes Gas verwendet
15 wird. Der Meßwandler umfaßt im wesentlichen als Informationsgeber eine Spule, die einen einen Primärstrom führenden Stromleiter der Anlage konzentrisch umgibt. Dabei wird ein in der Spule fließender Sekundärstrom als Meßsignal herangezogen, das in einer auch als Leittechnik für Schaltanlagen
20 (LSA) bezeichneten Baugruppe einer Automatisierungseinrichtung verarbeitet wird.

Prinzipiell kann zwischen zwei unterschiedlichen Wandlerprinzipien unterschieden werden. Bei einem sogenannten konventionellen Wandler sind der Informationsgeber und eine diesem zugeordnete Energiequelle primärseitig an den Stromleiter der Anlage gekoppelt und sekundärseitig gemeinsam mit der eigentlichen Bürde verbunden. Dieser Wandler benötigt allerdings ein großes Einbauvolumen. Demgegenüber ist bei einem sogenannten nichtkonventionellen Wandler lediglich der Informationsgeber primärseitig an den Stromleiter der Anlage gekoppelt. Bei dem nichtkonventionellen Wandler ist daher eine Hilfsenergiequelle erforderlich, die zur Beibehaltung gewünschter Nennausgangsströme des Sekundärkreises von 5 bzw.
30 1A zumindest kurzzeitig eine Leistung bis zu einigen kW abzu-

2

geben in der Lage ist. Daher ist ein entsprechende Parameter aufweisender Leistungsverstärker erforderlich, über den der Informationsgeber mit der Bürde verbunden ist. Für diesen Wandlertyp eignet sich besonders eine optische Lösung, die
5 jedoch nur mit sehr hohen Kosten zu realisieren ist.

Angestrebt wird daher häufig eine Zwischenlösung, der das herkömmliche oder konventionelle Meßprinzip - allerdings auf leistungsarmen Niveau - zugrundeliegt. Ein auf dieser Zwi-
10 schenlösung basierender leistungsarmer Meßwandler ist in der Herstellung jedoch insbesondere dann besonders kompliziert, wenn eine große sättigungsfreie Zeit benötigt wird.

Aus der europäischen Patentanmeldung 0 510 311 A2 ist es darüber hinaus bekannt, für eine metallgekapselte, gasisolierte Hochspannungsanlage einen nach dem Prinzip der Rogowski-Spule arbeitenden Stromwandler einzusetzen. Eine Strommeßanordnung nach dem Prinzip der Rogowski-Spule ist auch aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 44 24 368 A1 bekannt. Um bei
15 Verwendung einer Rogowski-Spule eine hohe Abbildungstreue im Meßbereich zu erzielen, ist ein großer Aufwand mit entsprechend hohen Kosten erforderlich. Grund hierfür ist, daß einerseits die Meßgenauigkeit der Rogowski-Spule durch eine Vielzahl von Faktoren bestimmt ist, und daß andererseits auf-
20 grund der systembedingten off-line-Anordnung besondere Vorkehrungen für eine hohe Zuverlässigkeit und Parameterkonstanz erforderlich sind.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein besonders
30 geeignetes Verfahren und eine besonders geeignete Anordnung zur präzisen Messung von Strömen mit hohem Dynamikbereich anzugeben.

Bezüglich des Verfahrens wird diese Aufgabe gelöst, indem ein
35 erstes Signal eines ersten leistungsarmen Meßwandlers und ein

zweites Signal eines zweiten magnetfreien, insbesondere optischen, Meßwandlers miteinander verglichen werden. In Abhängigkeit vom Grad der Genauigkeit wird anschließend eines der beiden Signale ausgewählt und weiterverarbeitet. Als Vergleichskriterium wird eine Abweichung der beiden von den Meßwandlern unterschiedlichen Typs abgegebenen Signale voneinander ausgewertet.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, daß mit geringem Aufwand und kleinen Einbaumaßen eine genaue Messung von Strömen mit hohem Dynamikbereich durch die Verwendung eines kombinierten Strommeßgliedes erreicht werden kann. Dabei sollte lediglich ein Sensor oder Wandler im eigentlichen Meßbereich betrieben werden, während ein anderer Sensor im wesentlichen im Überstrombereich verwendet wird. Dabei kann die Abbildungstreue oder Genauigkeit im Meßbereich durch einen leistungsarmen Meßwandler gewährleistet werden, während eine Rogowski-Spule oder ein nach dem Faraday-Effekt arbeitender optischer Meßwandler die Abbildung hoher, stationärer oder verlagelter Ströme übernimmt. Gemäß dem Faraday-Effekt erfolgt eine Drehung der Polarisationssebene linear polarisierten Lichts in einem optisch inaktiven Material bei Vorhandensein eines magnetischen Feldes parallel zur Ausbreitungsrichtung des Lichts.

Zweckmäßigerweise werden die von den beiden Meßwandlern getrennt erfaßten Signale, d. h. deren Ausgangsspannungen, gemeinsam verarbeitet. Die Ausgangsspannung des leistungsarmen Meßwandlers fällt im Falle dessen Sättigung ab. Dabei ist der Gradient, z. B. die erste oder die zweite Ableitung, dessen Ausgangsspannung größer als der Gradient der Ausgangsspannung des nach dem Prinzip der Rogowski-Spule oder nach dem Faraday-Effekt arbeitenden Meßwandlers. Der Gradient der Ausgangsspannungen kann somit als Maß für die Genauigkeit der beiden Signale herangezogen werden. Daher wird zweckmäßiger-

weise als Kriterium für eine Umschaltung vom Ausgangssignal des leistungsarmen Meßwandlers auf das Ausgangssignal der Rogowski-Spule oder des optischen Meßwandlers der Gradient der Ausgangsspannungen oder Ausgangssignale der beiden Meßwandler berücksichtigt. Alternativ oder zusätzlich kann zur Bildung eines Umschaltkriteriums und damit zur Bestimmung des Grads der Genauigkeit auch eine Überprüfung und Auswertung von charakteristischen Merkmalen der beiden Ausgangssignale mittels eines Fuzzy-Controllers und/oder eines neuronalen Netzes erfolgen.

Bezüglich der Anordnung zur Strommessung wird die genannte Aufgabe gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 6. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der auf diesen rückbezogenen Unteransprüche.

Die Strommeßanordnung umfaßt ein kombiniertes Strommeßglied mit einem leistungsarmen Meßwandler und einem leistungslosen oder optischen Meßwandler, insbesondere einer Rogowski-Spule. Dem leistungsarmen Meßwandler ist zweckmäßigerweise eine Eingangsbaugruppe zur Pegelanpassung und Potentialtrennung nachgeschaltet. Die Eingangsbaugruppe umfaßt zweckmäßigerweise als Signalverstärker einen Operationsverstärker sowie ein spannungsbegrenzendes Bauelement in Form einer bipolaren Zenerdiode als Schutzschaltung zur Gewährleistung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV-Schutz).

Demgegenüber ist dem zweiten Meßwandler, d. h. insbesondere der Rogowski-Spule, zweckmäßigerweise ein passiver Vorintegrator nachgeschaltet, dem - wiederum über einen EMV-Schutz in Form einer bipolaren Zenerdiode - ein Verstärker nachgeschaltet ist. Dieser kann z. B. auch ein Isolationstrennverstärker sein.

5

Beide Meßwandler sind über die ihnen nachgeschalteten Baugruppen mit einem gemeinsamen Verarbeitungsbaustein zur Signalverarbeitung verbunden. Der Verarbeitungsbaustein oder die Verarbeitungsbaugruppe umfaßt für die von den Meßwandlern abgegebenen Signale jeweils einen Analog/Digital-Wandler (A/D-Wandler). Bei Verwendung lediglich eines einzelnen A/D-Wandlers für beide Signale gemeinsam ist diesem ein Multiplexer vorgeschaltet. Die Auswertung und Weiterverarbeitung der von den Meßwandlern übertragenen Signale erfolgt zweckmäßigerweise auf der Digitalseite.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch Einsatz eines kombinierten Strommeßgliedes mit einem leistungsarmen Meßwandler und mit einer Rogowski-Spule sowohl eine hohe Abbildungstreue im Meßbereich als auch ein gutes Übertragungsverhalten bei verlagerten Strömen im Überstrombereich und damit eine hohe sättigungsfreie Zeit erreicht wird. Der Aufwand und damit die Kosten sind bei Verwendung eines derartigen kombinierten Strommeßgliedes im Vergleich zu einem konventionellen Meßwandler mit nachgeschaltetem A/D-Wandler besonders gering. Die Anordnung zeichnet sich außerdem durch eine hohe Zuverlässigkeit und ein besonders geringes Einbauvolumen in einer gasisolierten Schaltanlage aus. Außerdem ist ein direkter Anschluß an elektronische Schutzeinrichtungen problemlos möglich.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- 30 FIG 1 eine Strommeßanordnung mit einem leistungsarmen Meßwandler sowie mit einer Rogowski-Spule als magnetfreien Meßwandler und
- FIG 2 ausgangsseitige Stromverläufe der beiden Meßwandler.

6

Die Anordnung 1 zur präzisen Messung von Strömen mit hohem Dynamikbereich umfaßt ein kombiniertes Strommeßglied mit um einen stromdurchflossenen Leiter 2 in einem Teil einer gas-isolierten Schaltanlage 4 angeordnetem leistungsarmen Meßwandler 6 oder Weitbereichswandler und mit einer Rogowski-Spule 8. Der leistungsarme Meßwandler 6 und die Rogowski-Spule 8 sind in einem gemeinsamen Gehäuse 9 angeordnet. Der leistungsarme Meßwandler 6 ist über eine Eingangsbaugruppe oder einen Eingangsbaustein 10 mit einem Verarbeitungsbau-
stein oder einer Verarbeitungsbaugruppe 12 verbunden. Die Rogowski-Spule 8 ist über eine Hintereinanderschaltung aus einem passiven Vorintegrator 14 und einem Operationsverstärker 16 an die Verarbeitungsbaugruppe 12 einer Leittechnik für Schaltanlagen (LSA) angeschlossen. Anstelle der Rogowski-Spule 8 kann auch ein nach dem Faraday-Effekt arbeitender optischer Meßwandler vorgesehen sein.

Der dem leistungsarmen Meßwandler 6 nachgeschaltete Eingangsbaustein 10 umfaßt einen Anpaß- oder Zwischenwandler 18 mit einem Anpaßwiderstand oder Shunt 20 und einen Operationsverstärker 22 mit diesem zugeordneten Widerständen 24, 26 und 28, durch deren Werteverhältnisse zueinander die Verstärkung des Operationsverstärkers 22 bestimmt ist. Der Eingangsbaustein 10 umfaßt außerdem eine EMV-Schutzschaltung 30 in Form einer bipolaren Zenerdiode.

Der der Rogowski-Spule 8 nachgeschaltete passive Vorintegrator 14 umfaßt einen Widerstand 32 und einen Kondensator 34. Der Operationsverstärker 16 mit verstärkungsbestimmenden Widerständen 36 und 38 ist eingangsseitig über einen weiteren EMV-Schutz 40 - wiederum in Form einer bipolaren Zenerdiode - an den passiven Vorintegrator oder Integratorbaustein 14 und ausgangsseitig an den Verarbeitungsbau-
stein 12 angeschlossen.

Während des Betriebs wird ein im stromdurchflossenen Leiter 2 geführter Primärstrom I_p sowohl vom leistungsarmen Meßwandler 6 als auch von der Rogowski-Spule 8 erfaßt. Dieser Primärstrom I_p wird vom leistungsarmen Meßwandler 6 in einen Sekundärstrom I_{s1} und in der Rogowski-Spule 8 in einen Sekundärstrom I_{s2} umgewandelt. In dem dem leistungsarmen Meßwandler 6 nachgeschalteten Eingangsbaustein 10 wird der Sekundärstrom I_{s1} in ein erstes Ausgangssignal A_1 umgeformt, das dem Verarbeitungsbaustein 12 zugeführt wird. Analog wird der Sekundärstrom I_{s2} der Rogowski-Spule 8 mittels des passiven Vorintegrators 14 und des Operationsverstärkers 16 in ein zweites Ausgangssignal A_2 überführt. Im Verarbeitungsbaustein 12 werden die Ausgangssignale A_1 und A_2 zunächst einem A/D-Wandler oder einem Multiplexer 42 zugeführt. Die Verarbeitung der Signale A_1 und A_2 erfolgt dann auf der Digitalseite.

Im stationären Betrieb wird der im stromdurchflossenen Leiter 2 geführte Primärstrom I_p vom leistungsarmen Meßwandler 6 erfaßt und ausschließlich in dem diesem nachgeschalteten Eingangsbaustein 10 verarbeitet, so daß lediglich das erste Ausgangssignal A_1 im Verarbeitungsbaustein 12 ausgewertet und weiterverarbeitet wird. Das Ausgangssignal A_2 der Rogowski-Spule 8 wird in diesem Meßbereich nicht ausgewertet.

FIG 2 zeigt typische Amplituden/Zeit-Verläufe der Ausgangssignale A_1 , A_2 bei Beaufschlagung der beiden Meßwandler 6 bzw. 8 mit einem voll verlagerten Primärstrom I_p . Demnach kann auch im stationären Überstrombereich (Bereich II) das vom leistungsarmen Meßwandler 6 gelieferte Ausgangssignal A_1 dann noch für eine Weiterverarbeitung verwendet werden, wenn noch keine Sättigung des (nicht dargestellten) Magnetkerns des leistungsarmen Meßwandlers 6 vorliegt. Im Fall verlagerten Primärströme I_p erreicht der Magnetkern des leistungsarmen Meßwandlers 6 seine Sättigung mit entsprechendem Verlauf des Ausgangssignals A_1 (Bereich I). Die Kurvenform des ersten

8

Ausgangssignals A_1 am Ausgang des Eingangsbausteins 10 wird dann erheblich von derjenigen Kurvenform des zweiten Ausgangssignals A_2 abweichen, das hinter der sättigungsfreien Rogowski-Spule 8 und nach einer Vorverarbeitung mit dem Integratorbaustein 14 und dem Operationsverstärker 16 anliegt.

Im Anschluß an eine in dem Verarbeitungsbaustein 12 erfolgte numerische Integration des hinter dem Operationsverstärker 16 anliegenden Ausgangssignals A_2 erfolgt ein Vergleich der Kurvenformen beider Ausgangssignale A_1 und A_2 im Verarbeitungsbaustein 12. Im Ergebnis eines derartigen Vergleiches stimmen die Kurvenformen des Ausgangssignals A_1 des leistungsarmen Meßwandlers 6 einerseits und des Ausgangssignals A_2 der Rogowski-Spule 8 andererseits bis zum Eintritt der Sättigung des Magnetkerns des leistungsarmen Meßwandlers 6 relativ gut überein. Dabei wird als Vergleichskriterium insbesondere der Gradient der Ausgangsspannungen der Ausgangssignale A_1 und A_2 herangezogen. Daraus läßt sich der Grad der Genauigkeit der beiden Ausgangssignale A_1 und A_2 ableiten. Grund hierfür ist, daß die Ausgangsspannung des leistungsarmen Meßwandlers 6 im Fall der Sättigung stärker fällt als die Ausgangsspannung der Rogowski-Spule 8, so daß der Gradient des Ausgangssignals A_1 , d. h. zunächst dessen erste Ableitung, beim leistungsarmen Meßwandler 6 größer ist als der Gradient des Ausgangssignals A_2 der Rogowski-Spule 8. Diese Abweichung der beiden Ausgangssignale A_1 und A_2 wird dann als Kriterium für eine Umschaltung vom Ausgangssignal A_1 des leistungsarmen Meßwandlers 6 auf das Ausgangssignal A_2 der Rogowski-Spule 8 herangezogen.

30

Der leistungsarme Meßwandler 6 gewährleistet somit eine hohe Abbildungstreue und Genauigkeit im eigentlichen Meßbereich. Die Rogowski-Spule 8 wird daher nicht als Sensor im Meßbereich und in großen Teilen des Schutzbereiches betrieben.

35 Vielmehr ist alleiniger Verwendungszweck der Rogowski-Spule 8

die Abbildung hoher, stationärer oder verlagerter Ströme im Überstrombereich. Dies wiederum gewährleistet eine hohe sättigungsfreie Zeit der gesamten Anordnung.

- 5 Die Genauigkeit im Meßbereich ist mit vorgegebenen Restriktionen bezüglich des Einbauvolumens mit einem leistungsarmen Meßwandler 6 im Bereich der in der IEC-Norm 185 angegebenen Klassengenauigkeiten - z. B. der Klasse 0,2 - realisierbar. Die Zuverlässigkeit der gesamten Anordnung 1 kann somit deutlich höher bewertet werden, als die Zuverlässigkeit einer Rogowski-Spule 8 allein. Die Forderung, die sättigungsfreie Zeit des leistungsarmen Meßwandlers 6 mindestens auf dem derzeit erreichten Stand zu halten, gestattet zumindest bis zu den Grenzen des leistungsarmen Meßwandlers 6 eine sichere
- 10
- 15 Meßwerterfassung. Bei einem entsprechenden Schutzkonzept ist eine genügende Reserve bei Ausfall der Auswertelektronik der Rogowski-Spule 8 oder des leistungsarmen Wandlers 6 möglich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Strommessung, insbesondere in einer gas-
isolierten Spannungsschaltanlage, bei dem ein erstes Signal
5 (A_1) eines ersten leistungsarmen Meßwandlers (6) und ein
zweites Signal (A_2) eines zweiten magnetfreien Meßwandlers
(8) verglichen werden, und bei dem in Abhängigkeit vom Grad
der Genauigkeit eines der beiden Signale (A_1 , A_2) ausgewählt
und weiterverarbeitet wird, wobei als Vergleichskriterium
10 eine Abweichung der beiden Signale (A_1 , A_2) voneinander aus-
gewertet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der magnetfreie Meß-
wandler (8) ein nach dem Prinzip einer Rogowski-Spule arbei-
15 tender Meßwandler ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der magnetfreie Meß-
wandler (8) ein nach dem Prinzip des Faraday-Effekts arbei-
tender optischer Meßwandler ist.
20
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die
beiden voneinander getrennt erfaßten Signale (A_1 , A_2) gemein-
sam verarbeitet werden.
- 25 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei als Grad
der Genauigkeit der Gradient des oder jedes Signals (A_1 , A_2)
herangezogen wird.
6. Anordnung zur Strommessung, insbesondere in einer gas-
30 isolierten Spannungsschaltanlage, mit einem ersten leistungs-
armen Meßwandler (6) und mit einem zweiten magnetfreien Meß-
wandler (8), insbesondere einer Rogowski-Spule oder einem
nach dem Faraday-Prinzip arbeitenden optischen Meßwandler,
wobei beide Meßwandler (6,8) mit einem Verarbeitungsbaustein

11

(12) zur Verarbeitung eines Signals (A_1 , A_2) von mindestens einem der beiden Meßwandler (6,8) verbunden sind.

7. Anordnung nach Anspruch 6, wobei dem ersten leistungsarmen Meßwandler (6) ein Eingangsbaustein (10) mit einem Anpaßwandler (18) und mit einem Signalverstärker (22), vorzugsweise einem Operationsverstärker, nachgeschaltet ist.

8. Anordnung nach Anspruch 7, wobei der Eingangsbaustein (10) ein spannungsbegrenzendes Bauelement (30), vorzugsweise eine bipolare Zenerdiode, umfaßt.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei dem zweiten Meßwandler (8) eine Hintereinanderschaltung aus einem Integratorbaustein (14) und einem Signalverstärker (16), vorzugsweise einem Operationsverstärker, nachgeschaltet ist.

10. Anordnung nach Anspruch 9, wobei der Integratorbaustein (14) ein passiver Vorintegrator mit einem Widerstand (32) und einem Kondensator (34) ist.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei der zweite Meßwandler (8) ein spannungsbegrenzendes Bauelement (40), vorzugsweise eine bipolare Zenerdiode, nachgeschaltet ist.

12. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, wobei der Verarbeitungsbaustein (12) mindestens einen A/D-Wandler ggf. mit vorgeschaltetem Multiplexer (42) umfaßt.

13. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 12, wobei der erste Meßwandler (6) und der zweite Meßwandler (8) in einem gemeinsamen Gehäuse (9) einer gasisolierten Schaltanlage (4) angeordnet sind.

1/2

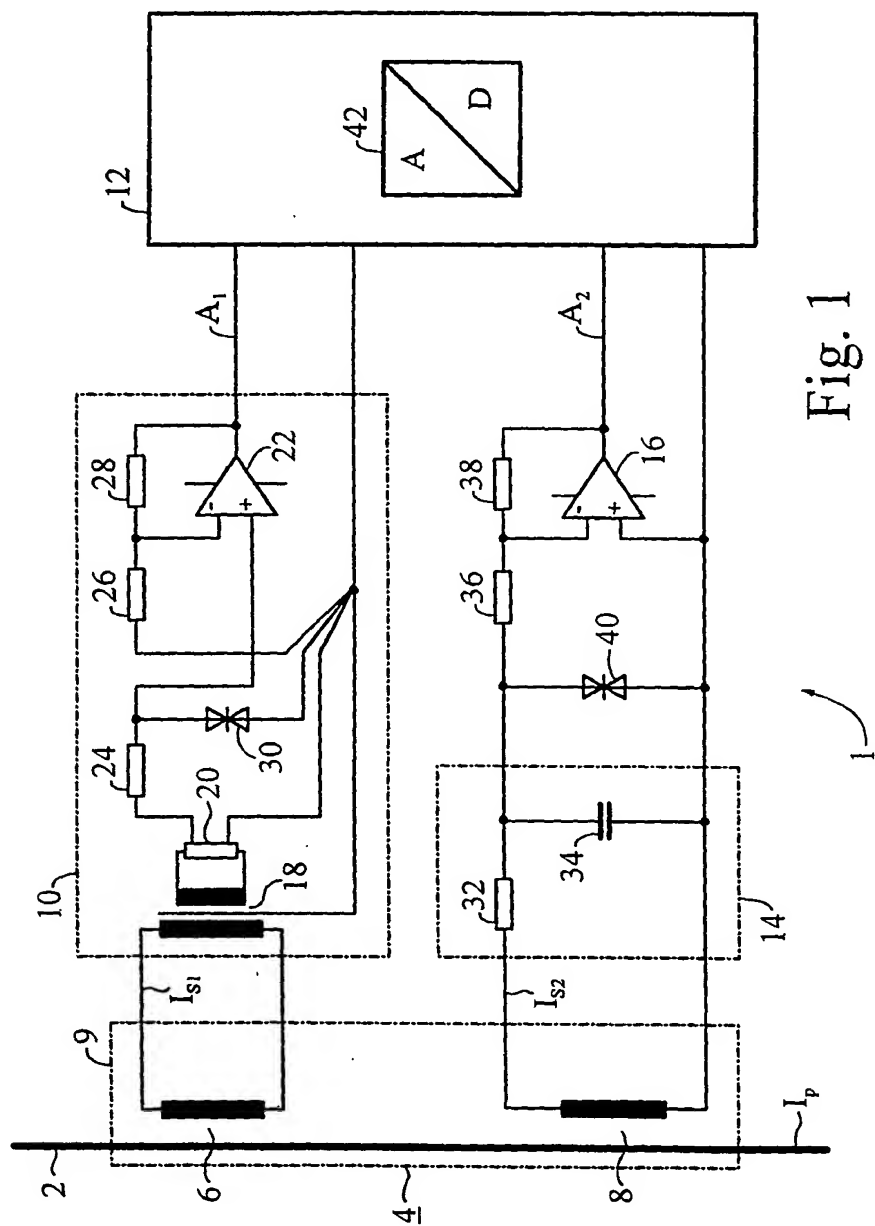


Fig. 1

2/2

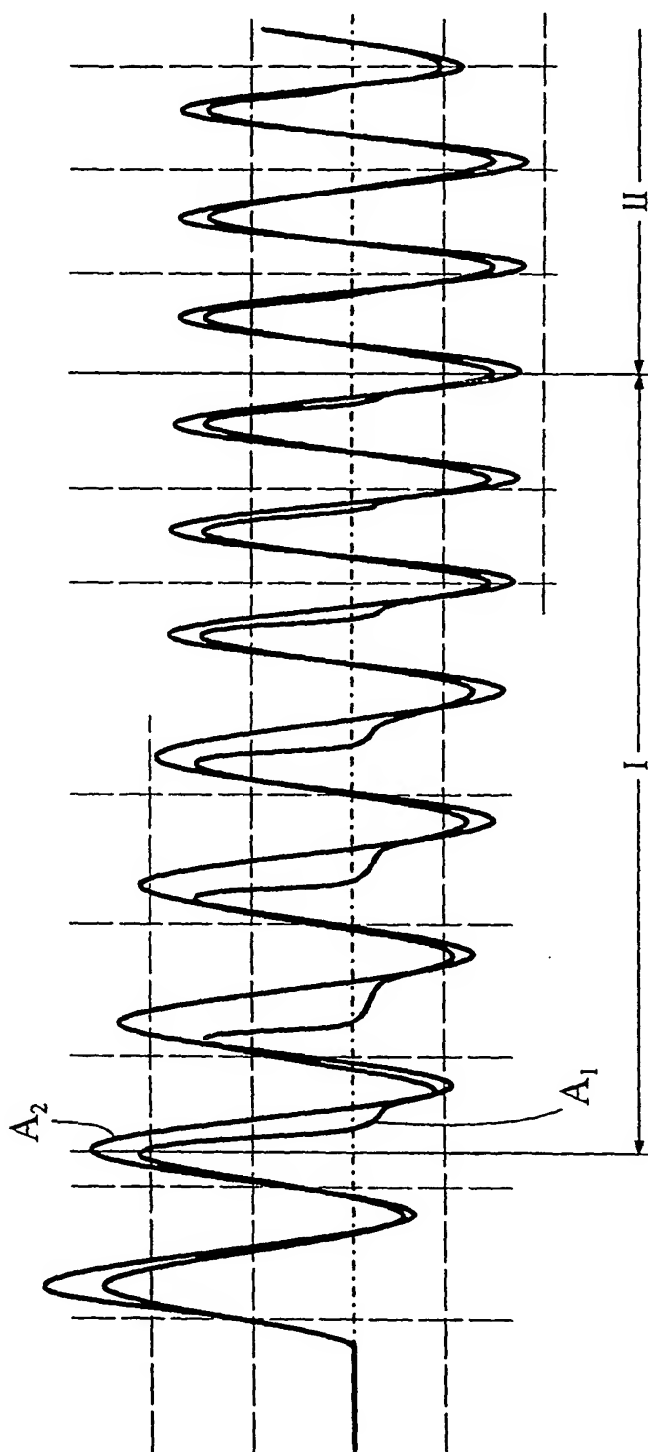


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/02348

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 G01R15/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 510 311 A (ASEA) 28 October 1992 cited in the application see figure 2	1
A	DE 44 24 368 A (SIEMENS) cited in the application see claim 1; figure 1	1
A	EP 0 288 998 A (HYDRO-QUEBEC) 2 November 1988 see figure 1	1
A	FR 2 727 209 A (GEN. ELECTRIC) 24 May 1996 see figures 1A,B	1
A	US 4 728 887 A (DAVIS) 1 March 1988 see abstract	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 January 1998

Date of mailing of the international search report

05/02/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hoornaert, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/DE 97/02348

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 510311 A	28-10-92	CH 682190 A DE 4121653 A DE 59208511 D JP 6168833 A US 5272460 A	30-07-93 29-10-92 26-06-97 14-06-94 21-12-93
DE 4424368 A	06-07-95	NONE	
EP 288998 A	02-11-88	US 4831327 A JP 1035274 A	16-05-89 06-02-89
FR 2727209 A	24-05-96	US 5587651 A	24-12-96
US 4728887 A	01-03-88	CA 1249335 A US 4806855 A US 5140257 A US 5341088 A	24-01-89 21-02-89 18-08-92 23-08-94

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02348

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G01R15/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G01R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	EP 0 510 311 A (ASEA) 28. Oktober 1992 in der Anmeldung erwähnt siehe Abbildung 2 ----	1
A	DE 44 24 368 A (SIEMENS) in der Anmeldung erwähnt siehe Anspruch 1; Abbildung 1 ----	1
A	EP 0 288 998 A (HYDRO-QUEBEC) 2. November 1988 siehe Abbildung 1 ----	1
A	FR 2 727 209 A (GEN. ELECTRIC) 24. Mai 1996 siehe Abbildungen 1A, B ----	1
A	US 4 728 887 A (DAVIS) 1. März 1988 siehe Zusammenfassung -----	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

1

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. Januar 1998

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/02/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hoornaert, W

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02348

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 510311 A	28-10-92	CH 682190 A	30-07-93
		DE 4121653 A	29-10-92
		DE 59208511 D	26-06-97
		JP 6168833 A	14-06-94
		US 5272460 A	21-12-93

DE 4424368 A	06-07-95	KEINE	

EP 288998 A	02-11-88	US 4831327 A	16-05-89
		JP 1035274 A	06-02-89

FR 2727209 A	24-05-96	US 5587651 A	24-12-96

US 4728887 A	01-03-88	CA 1249335 A	24-01-89
		US 4806855 A	21-02-89
		US 5140257 A	18-08-92
		US 5341088 A	23-08-94
